

С 348
Б-202

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

4/VI - 65

P-2078



В.В. Балашов, И. Роттер

ПРОБЛЕМА ДЕЙТРОННЫХ ПОРОГОВЫХ СОСТОЯНИЙ
В ЛЕГКИХ ЯДРАХ

*Изв. АН СССР, Сер. Физ.,
1966, т 30, №3, с 479-482*

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

1965

P-2078

3227/2 нс.

В.В. Балашов, И. Роттер

ПРОБЛЕМА ДЕЙТРОННЫХ ПОРОГОВЫХ СОСТОЯНИЙ
В ЛЕГКИХ ЯДРАХ

Направлено в журнал "Известия АН СССР"



Прямые реакции с участием тяжелых ионов могут служить важным средством изучения многочастичных, "кластерных" аспектов ядерной структуры. С другой стороны, в настоящее время теория располагает рядом проверенных методов количественного описания "кластерных" характеристик ядер. Использование этих методов должно помочь рассмотрению конкретных вопросов реакций с тяжелыми ионами.

По-видимому, один из наиболее простых типов взаимодействия осуществляется в реакциях с участием ионов $Li - Li^6$ и Li^7 . Слабая связь "кластеров" в этих ядрах выделяет среди всех возможных механизмов реакций с их участием простой механизм срыва, подобный механизму срыва в реакции $(d, p)^x$.

Одним из результатов изучения реакций такого типа является эффект "дейтронных пороговых состояний", обнаруженных в реакциях $Li^6(Li^6, a) Be^{8/3,4/}$ и $Be^9(Li^6, a) B^{11/5/}$. Речь идет о том, что в обоих случаях максимум спектра возбуждения остаточного ядра приходится на район вблизи порога его дейтронного развала. "Дейтронное состояние" ядра B , возбуждаемое в реакции $A(Li^6, a) B$, это, образно говоря, состояние, имеющее структуру $(A+d)$; говоря более определенно, это состояние с большой приведенной шириной θ^2 в канале $B \rightarrow A+d$.

Какова природа этих состояний? Вырисовывается следующая дилемма:

а) Либо это состояния простой одночастичной (в "кластерном" смысле) природы, когда дейтрон, слабо поляризуя ядро-мишень и слабо поляризуясь сам, движется по довольно далекой орбите в потенциальном поле ядра-мишени. Как известно^{18/}, такие состояния действительно могут возникать в околороговой области.

б) Либо они имеют сложную многочастичную природу и, будучи заделенными большой дейтронной приведенной шириной, не сводятся к геометрически оформленной молекуле из дейтрона и ядра мишени. В этом случае они, наряду с большой дейтронной приведенной шириной, могут, в принципе, обладать большими приведенными ширинами и в других, как однонуклонных, так и "кластерных" каналах. Такое сочетание, как известно, не запрещается микроскопической теорией ассоциирования нуклонов в ядрах. Однако

х) Наиболее убедительным свидетельством преобладания механизма срыва в таких реакциях является подобие спектров дейтронов и тритонов в реакции $A(Li^6, d) B$ и $A(Li^7, t) B$ соответственно. Такие данные получены в работах^{1/}, ^{2/} для мишеней Li^6 и B^{10} .

в этом втором случае возникает задача объяснения энергетического положения таких состояний.

В данной работе мы рассмотрели в рамках оболочечной модели промежуточной связи спектры дейтронных приведенных ширин в каналах $Li^6 + d \rightarrow Be^8$ и $Be^9 + d \rightarrow B^{11}$. Необходимые для расчета волновые функции взяты из^{/7/}, генеалогические коэффициенты — из^{/8/}. Результаты расчетов показаны на рис. 1 и 2.

Главный максимум спектров приходится, в соответствии с экспериментом, на район, близкий к порогу дейтронного развала ядер Be^8 и B^{11} . Этот максимум имеет характер "гигантского резонанса", т.е. формируется из большого числа отдельных переходов. В рассмотренных случаях группирование интенсивных переходов в относительно узком интервале энергии возбуждения обусловлено супермультиплетной структурой уровней.

В реакции $Li^6(Li^6, \alpha) Be^8$ "гигантский резонанс" дейтронных приведенных ширин соответствует возбуждению супермультиплетов со схемами Юнга $[\lambda]=[431]$ и $[\lambda]=[422]$, которым свойственна слабая связь пары нуклонов с нуклонами ядра мишени. Одновременно объясняется наличие довольно сильной ветви, отвечающей основному и первому возбужденному состояниям ядра $Be^8([\lambda]=[44])$. Эти состояния, как известно, имеют яркую α -частичную структуру.

В реакции $Be^9(Li^6, \alpha) B^{11}$ спектр дейтронных приведенных ширин, как и наблюдаемый на опыте спектр α -частиц^{/5/}, "размазан" сильнее, чем в предыдущем случае. Кроме основных переходов, отвечающих возбужденным состоянием B^{11} в районе 12–14 Мэв, имеется также целый ряд переходов на уровни, лежащие ниже 12 Мэв. Это связано с постепенным разрушением супермультиплетной структуры уровней легких ядер по мере роста массового числа. Мы не можем, однако, пока обсуждать тонкую структуру энергетических спектров α -частиц, поскольку в данной работе мы рассмотрели только структурный фактор в реакциях (Li^6, α) , полностью отвлекаясь от кинематики.

Итак, сравнение теории с экспериментом показывает, что в обоих рассмотренных случаях наличие состояний "дейтронной природы", имеющих большую дейтронную приведенную ширину и лежащих вблизи порога дейтронного развала, автоматически следует из существующей микроскопической (оболочечной) теории легких ядер. Не ясно, лежат ли и в других ядрах дейтронные состояния вблизи порога дейтронного развала.

Необходимы эксперименты на ядрах несколько более тяжелых, в частности, на ядрах второй половины $1p$ -оболочки $B^{11}, C^{12}, N^{14}, N^{15}, O^{16}$. Здесь даже при малых энергиях ионов Li^6 должны интенсивно возбуждаться дейтронные состояния, построенные на одночастичных состояниях следующей $(2s, 1d)$ -оболочки. Вполне возможно, что положение этих состояний будет слабо скоррелировано с положением дейтронного порога.

Л и т е р а т у р а

1. G.C.Morrison. *Phys. Rev. Lett.*, 5, 565 (1960).
2. G.C.Morrison, N.H.Gale, H.Hussain, G.Murray. *Proc. Third Conference on Reactions between Complex Nuclei, Asilomar, 1963.*
3. C.Lemeille, D.Manesse, L.Marquez, N.Saunier. *Journal de Physique* 24, 908 (1963);
M.Coste, L.Marquez, *Comt. Rendus Acad. Sc.*, 254, 1768 (1962).
M.Coste, *Comt. Rendus. Acad. Sc.*, 255, 2751 (1962).
R.Ballini, N.Saunier. *Journ. de Physique*, 24, 904 (1963).
M.Coste, L.Marquez, S.Shafrath, *Journ. de Physique*, 24, 906 (1963).
4. Allison, M.Kamegai, G.C.Morrison. *Proc. Third Conference on Reactions between Complex Nuclei, Asilomar, 1963.*
M.Kamegai. *Phys. Rev.*, 131, 1701 (1963).
5. M.Coste, C.Lemeille, L.Marquez, N.Saunier. *Journal de Physique et le Radium* 22, 584 (1961).
C.Lemeille, L.Marquez, N.Saunier. *Journ. de Physique et le Radium*, 22, 586 (1961).
6. A.I.Baz. *Advances in Physics*, 8, 349 (1959).
7. А.Н.Бояркина. *Известия АН СССР* 28 (1984) 337.
8. I.P.Elliott, J.Hope, H.A.Jahr. *Phil. Trans. Roy. Soc.* A246, 241 (1963).

Рукопись поступила в издательский отдел
28 марта 1985 г.

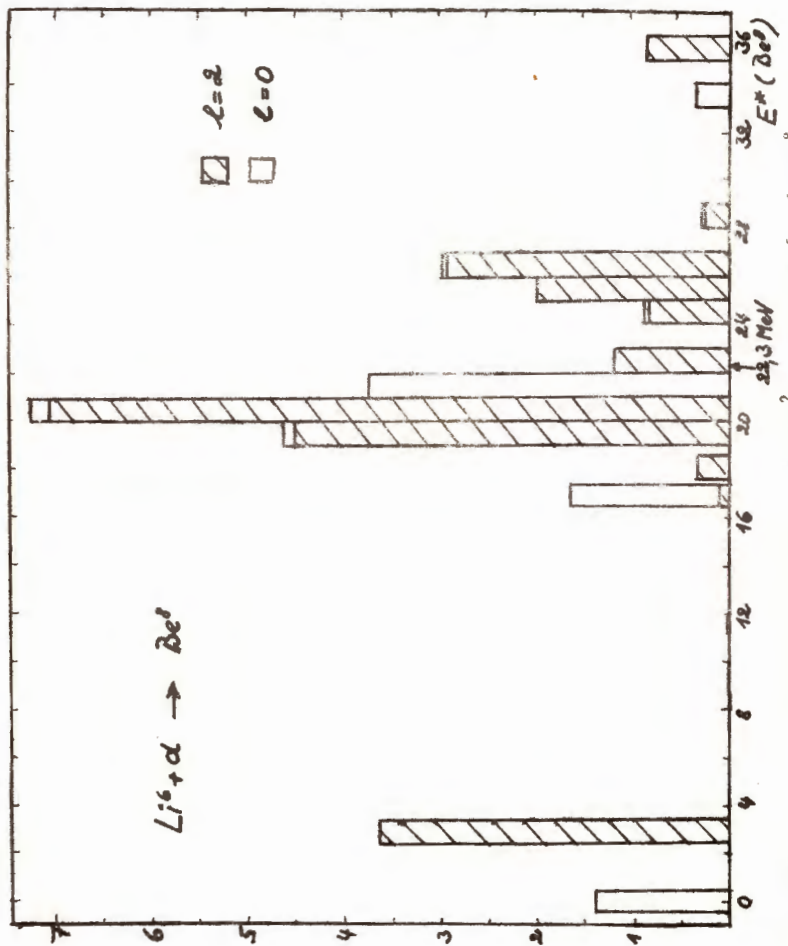


Рис. 1. Спектр deuteronных приведенных ширин $(2J+1)\theta_d^2$ в реакции $Li^6(Li^6, d)Be^8$. l_d - орбитальный момент передаваемого deutерона. Порог deuteronного развала $Be^8, Li^6 + d$ соответствует 22,3 Мэв.

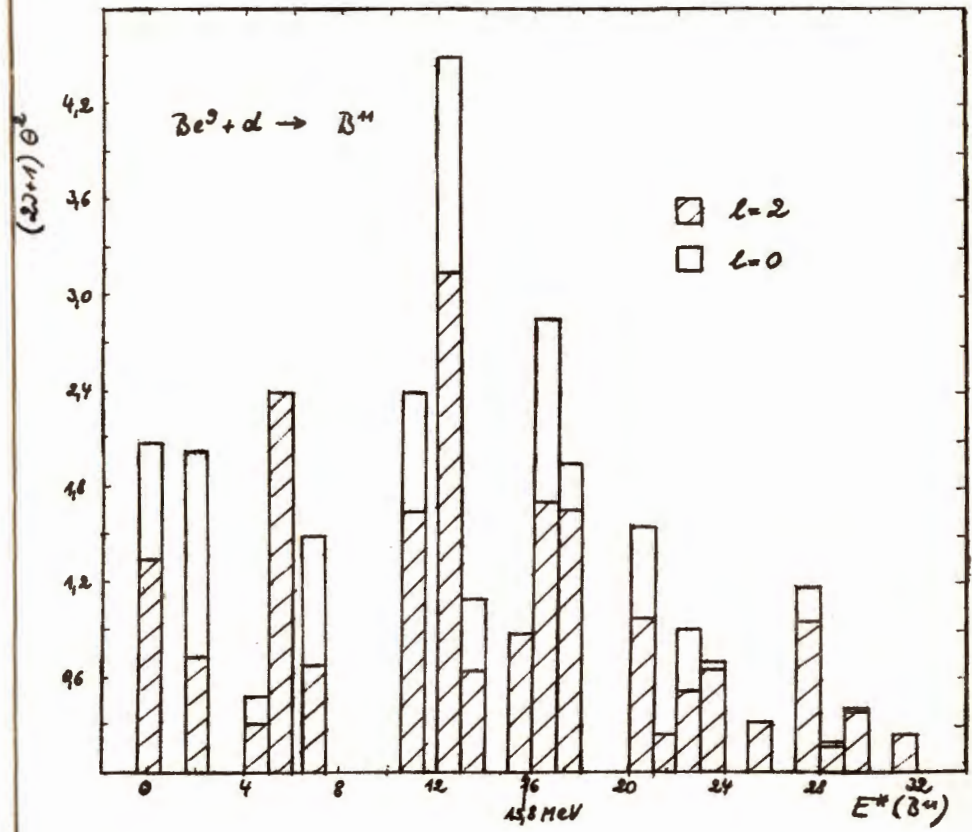


Рис. 2. Спектр deuteronных приведенных ширин $(2J+1)\theta_d^2$ в реакции $Be^9(Li^6, d)B^{11}$. l_d - орбитальный момент передаваемого deutерона. Порог deuteronного развала $B^{11} + Be^9 + d$ соответствует 15,8 Мэв.